

**PENGARUH KOMPENSASI KAPASITOR TERHADAP  
TEGANGAN KELUARAN GENERATOR INDUKSI**



**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas Akhir dan Memenuhi Syarat – syarat Guna  
Mencapai Gelar Sarjana Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

**Diajukan Oleh:**

**RUSYA GANDI**

**D400 020 039**

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2007**

## LEMBAR PERSETUJUAN

Telah diterima dan disetujui baik oleh pembimbing utama dan pembimbing kedua Tugas Akhir (Skripsi) dengan judul **“PENGARUH KOMPENSASI KAPASITOR TERHADAP TEGANGAN KELUARAN GENERATOR INDUKSI”**, Untuk diuji, dipertahankan dan dipertanggungjawabkan di hadapan Dewan Penguji Tugas Akhir (Skripsi) Jurusan Elektro Fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Disetujui

Hari : .....

Tanggal :

Pembimbing I

Pembimbing II

(Aris Budiman,ST,MT)

(Agus Supardi, ST, MT)

## HALAMAN PENGESAHAN

Telah diuji, dipertahankan dan dipertanggungjawabkan di hadapan Dewan Penguji Tugas Akhir (Skripsi) dengan judul **“PENGARUH KOMPENSASI KAPASITOR TERHADAP TEGANGAN KELUARAN GENERATOR INDUKSI”**, Untuk melengkapi persyaratan guna memperoleh gelar sarjana Strata 1 pada Jurusan Elektro Fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Disahkan pada

Hari : .....

Tanggal : .....

Dewan Penguji Tugas Akhir (Skripsi)

1. Aris budiman, ST, MT (.....)
2. Agus Supardi, ST, MT (.....)
3. Hasyim Asy'ari, ST (.....)
4. Ir. Jatmiko, MT (.....)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik UMS

Ketua Jurusan Teknik Elektro

(Ir.H.Sri Widodo, MT)

(Ir Jatmiko, MT)

## *PeTuah BiJak*

*Segala yang kau cipta, segala yang kau rasa, segala yang kau punya dan segala yang kau harap tak akan pernah terwujud tanpa sentuhan dari Allah SWT  
Karena Tiada Tuhan selain Allah dan Muhammad adalah utusan Allah.*

*Do the best and entrust to the God*

*Sahabat ialah mereka yang mendekat ketika seluruh dunia menjauh  
(NN)*

---

*Rintangan, cobaan, halangan membuat kita merasakan arti sebuah hidup  
(Rusya Gandhi)*

# *PERSEMBAHAN :*



✚ *Kedua orangtua*

✚ *Adikku*

✚ *Keluarga besar Prihadi*

✚ *Teman - teman*

✚ *Orang yang aku sayang*

✚ *Universitas*

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Assalamualaikum WR WB*

Puja dan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq dan hidayah serta karunia kepada kita semua selaku hamba di alam semesta, sholawat dan salam teruntuk manusia pilihan Allah SWT yaitu Nabi Muhammad SAW yang dengan penuh perjuangan telah mengantarkan kita menjadi umat pilihan dan mendapat ridho-NYA.

Hanya karena Allah SWT akhirnya Penulis bisa melewati kendala dalam menyelesaikan dan menyusun laporan tugas akhir ini. Tugas akhir ini disusun dan diajukan sebagai syarat untuk kelulusan dan mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Fakultas Teknik Jurusan Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Adapun judul tugas akhir yang penulis ajukan : **“PENGARUH KOMPENSASI KAPASITOR TERHADAP TEGANGAN KELUARAN GENERATOR INDUKSI”**.

Selama penyusunan tugas akhir ini penulis mendapat dukungan, pembinaan, serta saran dari pembimbing dan pihak-pihak lain yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung. Maka tiada hal yang lebih indah selain menyampaikan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat serta hidayah, sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan sebaik – baiknya
2. Bapak Ir.H.Sri Widodo, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Jatmiko, MT selaku ketua jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Bapak Aris Budiman, ST, MT selaku pembimbing utama dalam penyusunan tugas akhir ini (Terimakasih atas bimbingan dan referensi yang telah diberikan)
5. Bapak Agus Supardi, ST, MT selaku pembimbing kedua serta sebagai wakil Pembimbing akademik selama menempuh pendidikan di Teknik Elektro UMS.
6. Bapak Agus Ulinuha, ST, MT selaku pembimbing akademik selama menempuh pendidikan di Teknik Elektro UMS.
7. Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan selama menempuh pendidikan di Teknik Elektro UMS.
8. Seluruh staf Tata Usaha, Staf akademik maupun non Akademik, yang telah banyak membantu dan memberikan kemudahan kepada penulis selama menempuh studi di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.



9. Papa, Mama, dan Adikku yang sangat mengasihi aku, selalu membimbing aku serta mengirimkan doa-doanya untukku
10. Adik angkatku *Arya* yang selalu membantu aku dalam kesulitan
11. Keluarga besar Prihadi
12. Keluarga besar *Viking FC* yang selalu memberikan support dan masukannya
13. Untuk “The Used, My Chemical Romance, Avenged Sevenfold, Saosin, dan semua band Emo yang telah membuat hidupku berarti.....Keep ROCK!!!
14. Rekan – rekan RG, Didid, Krisna, Gareng, dan Betty

Selalu penulis sadari bahwa laporan tugas akhir ini tidaklah sempurna yang diharapkan dan masih banyak kekurangannya karena keterbatasan kemampuan penulis dalam penyusunan, oleh sebab itu saran dan kritik yang bersifat membangun akan selalu kami terima untuk kesempurnaan diwaktu mendatang.

Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya, bermanfaat bagi pembaca pada umumnya, dapat dijadikan referensi untuk menambah pengetahuan di bidang elektro dan untuk penelitian serupa di waktu mendatang, Amin...

*Wassalamualaikum Wr Wb*

Surakarta, 19 Januari 2007

*Rusya Gandi*



## KONTRIBUSI

Pertama kali mendapatkan ide penelitian ini dari dosen Bp Aris Budiman, ST, MT Teknik Elektro UMS dalam rangka *research grant* dan bekerja sama dengan mahasiswa untuk melakukan penelitian dan mahasiswa bertindak sebagai pelaksana di lapangan. Dari penelitian itu dosen menawarkan beberapa judul diantaranya adalah Pengaruh Kompensasi Kapasitor Terhadap Tegangan Keluaran Generator Induksi.

Bahan-bahan untuk penelitian dibeli bersama-sama rekan satu tim dengan biaya yang ditanggung *research grant*, untuk alat dan bahan dibeli di daerah Solo. Alat dan bahan tersebut antara lain mesin induksi 3 fase sangkar tupai, kapasitor, generator DC, slide regulator, sumber tegangan, universal power analyzer, multimeter digital, amperemeter digital, lampu pijar 40 W, lampu fluoresen 60 W dan tachometer. Setelah alat dan bahan sudah lengkap kami melakukan perakitan sampel beban kemudian baru melakukan uji coba dan pengukuran serta menganalisa data.

Pengambilan data penelitian dilakukan di Laboratorium Sistem Ketenagaan Listrik Teknik Elektro UMS pada bulan November 2006 bersama rekan satu tim, sedangkan analisa data penulis menampilkannya dalam bentuk grafik Microsoft Excel 2003. Penulisan dan penyusunan laporan tugas akhir ini mengacu pada laporan yang sudah ada antara lain mengambil dari buku pegangan yang dapat ditemukan di perpustakaan, sebagian browsing dari internet dan informasi dari teman.

Penulisan laporan tugas akhir ini dibuat sendiri sampai akhirnya penyusun berhasil menyelesaikan laporan ini meskipun masih banyak terdapat kekurangan.

Surakarta, Januari 2007

Mengetahui

Dosen Pembimbing

Mahasiswa Tugas Akhir

( Aris Budiman,ST, MT)

(Rusya Gandhi)

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PETUAH BIJAK .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR RUMUS .....	xvii
ABSTRAKSI .....	xviii
KONTRIBUSI .....	xix

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Penulisan.....	5
1.5 Manfaat Penulisan.....	5

1.6	Metode Penelitian .....	6
1.7	Sistematika Penulisan .....	7

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1	Telaah Penelitian Terdahulu .....	10
2.2	Landasan Teori.....	11
2.2.1	Konstruksi Mesin Induksi Sangkar Tupai .....	14
2.2.2	Prinsip kerja Mesin Induksi .....	16
2.2.3	Analisa Rangkaian Ekvivalen Mesin Induksi .....	18
2.2.4	Rangkaian Ekvivalen Generator Induksi .....	19
2.2.5	Kapasitor sebagai Kompensator Daya Reaktif .....	20
2.2.6	Perhitungan Kebutuhan .....	21
2.2.7	Generator Stand Alone .....	22

## **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1	Obyek Penelitian .....	25
3.2	Waktu dan Tempat .....	25
3.3	Bahan dan Alat penelitian .....	26
3.4	Perlakuan dan Rancangan Percobaan .....	27
3.4.1	Mesin Induksi Tanpa Beban dan Rotor Ditahan...	27
3.4.2	Mesin Induksi sebagai Generator Induksi.....	29
3.4.3	Generator Induksi tanpa Beban dengan variasi	

Kapasitor Kompensasi .....	30
3.4.4 Generator induksi berbeban resistif .....	31
3.4.5 Generator induksi berbeban resistif dengan menambah Kapasitor untuk perbaikan faktor daya .....	32
3.4.6 Generator induksi berbeban resistif – induktif .....	32
3.4.7 Generator induksi dengan penambahan beban dan penambahan kompensasi kapasitor.....	33
3.4.8 Generator induksi dengan pengurangan beban dan pengurangan kompensasi kapasitor .....	33
3.5 Diagram alir pengujian dan analisa data .....	34

## **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

4.1 Gambaran umum.....	36
4.2 Hasil Penelitian, Perhitungan dan pembahasan .....	36
4.2.1 Test pengukuran.....	38
4.2.2 Generator Tanpa beban .....	39
4.2.3 Generator berbeban Resistif.....	44
4.2.4 Generator berbeban Resistif-Induktif.....	48
4.2.5 Generator Berbeban R-L Meningkat & Diantisipasi Dg Tambah Kapasitor.....	51

4.2.6 Generator Berbeban R-L menurun	
& Diantisipasi Dg dikurangi Kapasitor.....	54
4.2.7 Hubungan kompensasi kapasitor terhadap	
tegangan pada kondisi beban meningkat .....	57
 <b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan .....	60
5.2 Saran .....	61
DAFTAR PUSTAKA .....	62
LAMPIRAN	

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Mesin Induksi Sangkar Tupai .....	13
Gambar 2.2 Rangkaian Ekivalen Mesin Induksi .....	18
Gambar 2.3 Rangkaian Ekivalen Generator Induksi .....	19
Gambar 3.1 Rangkaian uji resistansi belitan stator.....	28
Gambar 3.2 Rangkaian mesin induksi yang dikopel Generator DC.....	28
Gambar 3.3 Rangkaian uji generator induksi tanpa beban .....	30
Gambar 3.4 Rangkaian uji generator berbeban.....	32
Gambar 3.5 Diagram alir generator Induksi pada kondisi dengan penambahan beban dan penambahan kapasitor .....	34
Gambar 3.6 Diagram alir generator Induksi pada kondisi dengan pengurangan beban dan pengurangan kapasitor .....	35
Gambar 4.1 Grafik hubungan antara Kecepatan putar dan Tegangan AC generator tanpa beban pada kondisi tanpa C, C = 12 $\mu$ F, C= 24 $\mu$ F, C=30 $\mu$ F, C=42 $\mu$ F .....	42
Gambar 4.2 Grafik hubungan antara Beban dan Tegangan AC Pada generator beban resistif .....	46
Gambar 4.3 Grafik hubungan antara Beban dan Tegangan AC generator beban resistif-induktif .....	50
Gambar 4.4 Grafik hubungan antara Beban dan Tegangan AC generator beban resistif-induktif naik dan diantisipasi dengan menambah kapasitor .....	52

Gambar 4.5 Grafik hubungan antara Beban dan Tegangan AC generator beban resistif-induktif turun dan diantisipasi dengan dikurangi kapasitor .....	56
Gambar 4.6 Grafik hubungan antara kompensasi kapasitor dengan tegangan pada kondisi berbeban meningkat .....	58



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Uji resistansi belitan mesin induksi .....	38
Tabel 4.2 3 Motor induksi tanpa dikopel dan mesin induksi dengan dikopel .....	38
Tabel 4.3 Generator tanpa beban C.....	39
Tabel 4.4 Generator tanpa beban, $C = 12\mu\text{F}$ .....	39
Tabel 4.5 Generator tanpa beban, $C = 24\mu\text{F}$ .....	40
Tabel 4.6 Generator tanpa beban, $C = 30\mu\text{F}$ .....	40
Tabel 4.7 Generator tanpa beban, $C = 42\mu\text{F}$ .....	41
Tabel 4.8 Generator berbeban resistif, $C = 12\mu\text{F}$ .....	44
Tabel 4.9 Generator berbeban resistif, $C = 24\mu\text{F}$ .....	44
Tabel 4.10 Generator berbeban resistif, $C = 30\mu\text{F}$ .....	44
Tabel 4.11 Generator berbeban resistif, $C = 42\mu\text{F}$ .....	45
Tabel 4.12 Generator berbeban resistif, $C = 54\mu\text{F}$ .....	45
Tabel 4.13 Generator berbeban resistif, $C = 66\mu\text{F}$ .....	45
Tabel 4.14 Generator berbeban resistif - induktif, $C = 12\mu\text{F}$ .....	48
Tabel 4.15 Generator berbeban resistif - induktif, $C = 24\mu\text{F}$ .....	48
Tabel 4.16 Generator berbeban resistif – induktif, $C = 30\mu\text{F}$ .....	48
Tabel 4.17 Generator berbeban resistif – induktif, $C = 42\mu\text{F}$ .....	49
Tabel 4.18 Generator berbeban resistif - induktif, $C = 54\mu\text{F}$ .....	49
Tabel 4.19 Generator berbeban resistif - induktif, $C = 66\mu\text{F}$ .....	49
Tabel 4.20 Generator berbeban R – L meningkat dan diantisipasi dengan tambah kapasitor .....	51
Tabel 4.21 Generator berbeban R-L turun dan diantisipasi dengan dikurangi kapasitor .....	54
Tabel 4.22 Hubungan kompensasi kapasitor terhadap tegangan pada	

kondisi tanpa beban.....	57
Tabel 4.23 Hubungan kompensasi kapasitor terhadap tegangan pada	
kondisi beban 120 W .....	57
Tabel 4.24 Hubungan kompensasi kapasitor terhadap tegangan pada	
kondisi beban 240 W .....	57
Tabel 4.25 Hubungan kompensasi kapasitor terhadap tegangan pada	
kondisi beban 300 W .....	57
Tabel 4.26 Hubungan kompensasi kapasitor terhadap tegangan pada	
kondisi beban 480 W .....	58
Tabel 4.27 Hubungan kompensasi kapasitor terhadap tegangan pada	
kondisi beban 600 W .....	58

## DAFTAR RUMUS

	Halaman
Rumus 2.1 Kecepatan putar medan putar stator .....	17
Rumus 2.2 Kecepatan sudut medan putar stator .....	17
Rumus 2.3 Slip.....	18
Rumus 2.4 Kapasitas kapasitor. ....	20
Rumus 2.5 Penentuan daya listrik mekanik motor maksimum.....	21
Rumus 2.6 Penentuan efisiensi generator maksimum .....	21
Rumus 2.7 Penentuan kapasitas kapasitor hubungan $\Delta$ .....	21
Rumus 2.8 Penentuan kapasitor eksitasi saat generator induksi dioperasikan $\Delta$ tanpa beban .....	22
Rumus 2.9 Penentuan kapasitor eksitasi saat generator induksi dioperasikan Y tanpa beban .....	22

## ABSTRAKSI

*Mesin Induksi Sebagai Generator (MISG) adalah mesin induksi yang dioperasikan sebagai generator. MISG banyak diterapkan pada Pembangkit Tenaga Listrik Mikrohidro (PLTMh). Digunakannya generator induksi dikarenakan harga murah dan mudah perawatannya, serta banyak tersedia di pasaran. Salah satu kelemahan utama generator induksi adalah tegangan keluaran yang sangat terpengaruh beban, apalagi jika diterapkan pada PLTMh stand alone yang tidak menggunakan governor.*

*Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh kompensasi kapasitor terhadap tegangan keluaran generator induksi dan mengetahui bagaimana cara memperbaiki tingkat Tegangan akibat penambahan dan pengurangan kapasitor.*

*Penelitian dilakukan dengan menentukan karakteristik tegangan dan frekuensi keluaran MISG yang menggunakan motor DC sebagai sumber penggerak mekanik. Penelitian dilakukan di Laboratorium Sistem Tenaga Listrik Jurusan Teknik elektro FT UMS.*

*Hasil penelitian memperlihatkan dengan penambahan kapasitor, nilai tegangan dapat diperbaiki sehingga nilai tegangan mendekati atau mencapai batas aman. Kapasitor juga berfungsi sebagai daya eksitasi dikarenakan generator induksi tidak mempunyai daya eksitasi sendiri, selain itu kapasitor digunakan sebagai perbaikan faktor daya.*

Kata kunci: Mesin Induksi, Generator, Kapasitor, Tegangan.